



Schweizerische Maturitätsprüfung

Zürich und Pfäffikon SZ, Winter 2023

# Physik, Grundlagenfach

Kand.-Nr.:

.....

Name, Vorname:

.....

Erreichte Punktzahl:

.....

Note:

.....

Visum Korrigierende(r):

.....

Fach:

**Physik, Grundlagenfach**

Dauer:

**80 Minuten**

Zugelassene Hilfsmittel:

Formelsammlung, Periodensystem und Taschenrechner  
gemäss Vorgaben Schweizerische Maturitätskommission SMK

Maximale Punktzahl:

65 Punkte

Autoren:

René Weiss, Christoph Meier

Hinweise:

Antworten, Lösungen und Resultate sind direkt auf die Aufgabenblätter zu schreiben. Bitte unterstreichen Sie jeweils Ihr Resultat. Sollten Sie mehr Platz als vorgesehen benötigen, ist dafür hinten eine leere Zusatzseite beigelegt. Machen Sie auf dem Aufgabenblatt unbedingt einen entsprechenden verbalen Hinweis. Eigene Zusatzblätter dürfen nicht verwendet werden.

Eine **formale** Lösung muss nur gegeben werden, wo dies ausdrücklich verlangt ist. Der Lösungsweg muss ersichtlich sein, ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Das Resultat darf dann nur noch gegebene Grössen enthalten.

Bei den **numerischen** Lösungen muss der Rechenweg ebenfalls ersichtlich sein, auch wenn zur Berechnung ein Rechner verwendet wird – ein Resultat ohne Herleitung ergibt keine Punkte. Resultate müssen eine sinnvolle physikalische Einheit enthalten und eine sinnvolle Genauigkeit aufweisen (d. h. die richtige Anzahl signifikanter Stellen). Für die Fallbeschleunigung  $g$  dürfen Sie  $10 \text{ m/s}^2$  verwenden.

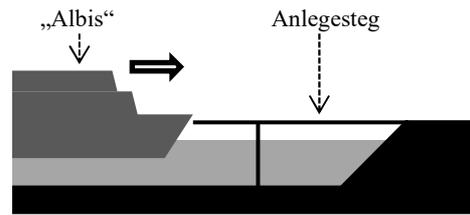
**Verbale** Antworten sollen in klaren Sätzen in korrektem Deutsch gegeben werden.

Bemühen Sie sich in Ihrem eigenen Interesse um eine klare Darstellung und leserliche Schrift – Unleserliches und Unverständliches ergibt keine Punkte.

Die Serie umfasst 7 Aufgaben, das Punktemaximum beträgt 65 Punkte. Zur Erreichung der Note 6 ist nicht die volle Punktzahl erforderlich.

**Aufgabe 1** (11 Punkte)

Nach einem missglückten Fahrmanöver infolge eines technischen Defekts prallte das **Schiff** „Albis“ in einen Anlegesteg (*Figur 1*). Dabei wurde es auf 2.0 m Weg zum Stillstand abgebremst, wobei die Verzögerung (= negative Beschleunigung)  $7.5 \text{ m/s}^2$  betrug.



*Figur 1*

a) Wie gross war die Geschwindigkeit der „Albis“ vor dem Aufprall?

a1) formal

1 P.

a2) numerisch (Resultat in km/h angeben)

1 P.

b) Wie lang dauerte das Abbremsen?

b1) formal

1 P.

b2) numerisch

1 P.

c) Die „Albis“ hat  $1.5 \cdot 10^2 \text{ t}$  Masse. Wie gross war die bremsende Kraft (nur numerisch)?

1 P.

d) Welches ist die Gegenkraft  $F_1$  zu der in Aufgabe c) betrachteten bremsenden Kraft? Ergänzen Sie den untenstehenden Satz und zeichnen Sie  $F_1$  in *Figur 1* gut sichtbar ein, beschriftet mit  $F_1$ .

Die Gegenkraft  $F_1$  zur bremsenden Kraft ist die Kraft, die .....

.....

2 P.

Vor dem missglückten Fahrmanöver fuhr die „Albis“ während längerer Zeit mit 24 km/h auf dem ruhigen Zürichsee geradeaus. Während der Fahrt sagte eine Bekannte zu Ihnen: „Jetzt ist das Schiff im Kräftegleichgewicht.“ Hatte sie recht?

e) Betrachten Sie zuerst nur die vertikale Richtung.

e1) Geben Sie an, welche Kräfte in vertikaler Richtung auf das Schiff wirken und wie sie gerichtet sind (nach oben/nach unten).

1 P.

e2) Besteht ein Kräftegleichgewicht? Begründen Sie Ihre Antwort.

1 P.

f) Betrachten Sie nun die horizontale Richtung.

f1) Geben Sie an, welche Kräfte in horizontaler Richtung auf das Schiff wirken und wie sie gerichtet sind (nach vorne/nach hinten).

1 P.

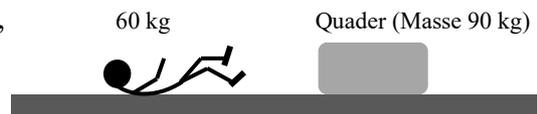
f2) Besteht ein Kräftegleichgewicht? Begründen Sie Ihre Antwort und führen Sie die Formel auf, auf die Sie sich beziehen.

1 P.

## Aufgabe 2 (9 Punkte)

Beim Eisschnelllauf gibt es die Disziplin „**Shorttrack**“. Dabei wird auf einem Eishockeyfeld ein ovaler Kurs durchlaufen. Weil die Teilnehmer in Gruppen starten, kommt es oft zu Stürzen. Um gestürzte Läufer abzubremsen, liegen ausserhalb des Kurses mit Sand gefüllte, gepolsterte Quader auf dem Eis.

Figur 2 zeigt einen gestürzten Läufer (Masse 60 kg), der auf einen solchen Quader (Masse 90 kg) zu rutscht.



Figur 2

Nach dem Aufprall des Läufers schiebt er den Quader vor sich her und wird so abgebremst.

Hinweis: Die Aufgaben a) und b) sind voneinander unabhängig.

a) Nach dem Aufprall des Läufers haben er und der Quader die Geschwindigkeit 4.8 m/s. Mit welcher Geschwindigkeit prallte der Läufer auf?

Diese Frage lässt sich unter Verwendung des Begriffs „Impuls“ beantworten.

nächste Seite 

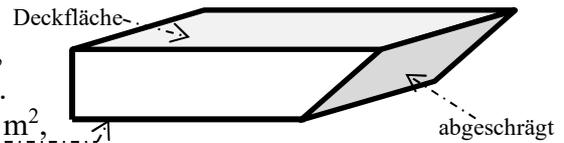
- a1) Erklären und begründen Sie Ihr Vorgehen verbal. 2 P.
- a2) Berechnen Sie die gesuchte Geschwindigkeit formal. 1 P.
- a3) Berechnen Sie die gesuchte Geschwindigkeit numerisch. 1 P.
- b) Nach dem Aufprall bewegen sich Läufer und Quader mit 4.8 m/s.  
b1) Wie gross ist deren gesamte kinetische Energie (nur numerisch)? 1 P.
- b2) Läufer und Quader rutschen auf dem Eis. Dabei wirkt eine bremsende Kraft von 0.30 kN. Weil der Läufer einen „aalglatten“ windschlüpfrigen Anzug trägt, wirkt diese Kraft ausschliesslich zwischen Quader und Eis. Wie gross ist der Reibungskoeffizient (nur numerisch)? 1 P.
- b3) Nach welcher Strecke kommen Läufer und Quader zum Stillstand? Beantworten Sie diese Frage unter Verwendung des Begriffs „Energie“.  
b31) Begründen Sie Ihr Vorgehen verbal. 1 P.
- b32) Berechnen Sie die Strecke formal. 1 P.
- b33) Berechnen Sie die Strecke numerisch. 1 P.

### Aufgabe 3 (10 Punkte)

Für Kontrollen von Anlagen unter Wasser, wie auch für touristische Zwecke werden kleine **Tauchboote** (Unterseeboote) verwendet.

Ein solches Tauchboot hat die Form eines Quaders, bei dem eine Seitenfläche abgeschrägt ist (*Figur 3*).

Es ist 2.0 m hoch und hat eine Bodenfläche von  $10 \text{ m}^2$ , sowie eine Deckfläche von  $15 \text{ m}^2$ .



Figur 3

Dieses Boot befindet sich in einem 9.0 m tiefen Gewässer (*Figur 4*) in 6.0 m Tiefe.



a) Wie gross ist der Wasserdruck in 6.0 m Tiefe?

a1) formal

1 P.

a2) numerisch

1 P.

b) Wie gross ist die Kraft  $F_D$ , die das Wasser auf die Deckfläche des Tauchboots ausübt (nur numerisch)?

1 P.

c) Wie gross ist die Kraft  $F_B$ , die das Wasser auf die Bodenfläche des Tauchboots ausübt (nur numerisch)?

2 P.

d) Das Tauchboot hat ein Volumen von  $25 \text{ m}^3$ . Es schwebt in der in *Figur 4* gezeigten Lage. Wie gross ist seine Masse?

d1) Beschreiben und begründen Sie Ihre Überlegungen zur Beantwortung dieser Frage.

1 P.

d2) Wie gross ist die gesuchte Masse (nur numerisch)?

1 P.

e) Wie gross ist die Auftriebskraft, die auf das Tauchboot wirkt (nur numerisch)?

1 P.

f) Bestimmen Sie die resultierende Kraft von  $F_D$  (Kraft auf die Deckfläche des Tauchboots, Aufgabe c)) und  $F_B$  (Kraft auf die Bodenfläche des Tauchboots, Aufgabe d)). Vergleichen Sie diese Kraft mit der Auftriebskraft (Aufgabe e)). Erklären Sie die Diskrepanz.

2 P.

#### Aufgabe 4 (10 Punkte)

**Thermalwasser als Energielieferant.** Die St. Lorenz-Quelle in Leukerbad liefert pro Sekunde 15 Liter Thermalwasser von  $51\text{ }^\circ\text{C}$ . Bevor dieses in die Badebecken geleitet werden kann, muss es auf  $36\text{ }^\circ\text{C}$  abgekühlt werden.

a) Wie gross ist die Wärmemenge, die dabei den 15 Litern entzogen wird?

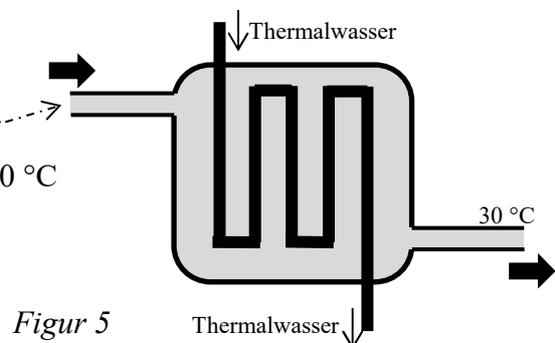
a1) formal

1 P.

a2) numerisch (Thermalwasser können Sie wie „gewöhnliches“ Wasser behandeln)

1 P.

b) Für das Abkühlen wird das Thermalwasser durch die Rohre eines Wärmetauschers geleitet (Figur 5). In diesen Tank strömt Leitungswasser von  $12\text{ }^\circ\text{C}$ , welches darin vom heissen Thermalwasser erwärmt wird und rechts unten mit der Temperatur  $30\text{ }^\circ\text{C}$  wieder ausfliesst. Wie viele Liter Leitungswasser lassen sich durch die bei Aufgabe a) betrachtete Wärmemenge von  $12\text{ }^\circ\text{C}$  auf  $30\text{ }^\circ\text{C}$  erwärmen (nur numerisch)?



1 P.

c) Ein Bekannter sagt Ihnen, er hätte ausgerechnet, dass man mit der bei Aufgabe a) berechneten Wärmemenge 4.7 Liter Leitungswasser von 12 °C auf 60 °C erwärmen könnte. Also sollte man in *Figur 5* nur 4.7 Liter Leitungswasser in den Tank strömen lassen und rechts unten würde es dann mit 60 °C ausströmen – so könnte es direkt als heisses Wasser im Haushalt verwendet werden.

Beurteilen Sie den Vorschlag Ihres Bekannten und begründen Sie Ihre Antwort (Tipp: „welcher Satz der Physik spielt eine Rolle?“). Hinweis: Ihr Bekannter hat sich nicht verrechnet!

2 P.

d) Das aus den Badebecken schliesslich abfliessende Thermalwasser hat die Temperatur 25 °C. Unter anderem wird es im Winter genutzt, um die steile Zufahrt zum Thermalbad eisfrei zu halten.

Wieviel Wasser von 25 °C muss auf 0 °C abgekühlt werden, um 20 kg Eis von -10 °C zu schmelzen (nur numerisch, aber Rechnung begründen)?

3 P.

e) Einleitend wurde gesagt, dass die St. Lorenz-Quelle in Leukerbad Thermalwasser der Temperatur 51 °C liefert. Um welche Art des Wärmetransports handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort und geben Sie an, „von wo nach wo“ dieser Wärmetransport stattfindet.

Art des Wärmetransports:

Begründung:

2 P.

### Aufgabe 5 (10 Punkte)

Ein Bekannter fragt Sie um Ihren Rat. Er sagt, er habe ein kleines **elektrisches Heizgerät** für 230 V, in dem ein Heizstab mit dem Widerstand  $53 \Omega$  eingebaut ist. In gewissen Situationen sei die erzeugte Wärme aber zu gross und deshalb habe er sich überlegt, wie er die Heizleistung bei Bedarf verkleinern könnte. Nun habe er eine Idee!

a) Wie gross ist die Leistung des Geräts im jetzigen Zustand?

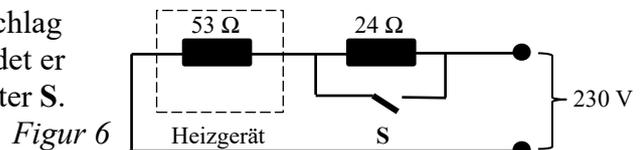
a1) formal

1 P.

a2) numerisch

1 P.

b) Ihr Bekannter präsentiert folgenden Vorschlag (*Figur 6*): zusätzlich zum Heizgerät verwendet er einen Widerstand von  $24 \Omega$  und einen Schalter **S**.



b1) Wie fliesst der Strom, wenn der Schalter **S** in *Figur 6* geschlossen ist, d. h. sich in dieser Position  befindet (verbale Antwort)?

S

0.5 P.

b2) Wie gross ist die dann produzierte Leistung (nur numerisch)?

0.5P.

c) Nun wird der Schalter **S** geöffnet (in *Figur 6* dargestellt).

c1) Wie gross ist der fließende Strom (nur numerisch)?

2 P.

c2) Wie gross ist die Leistung, die im Heizstab des Heizgeräts produziert wird (nur numerisch, aber Rechnung begründen)? Kommentieren Sie dieses Resultat (ist der gewünschte Effekt erreicht?)

2 P.

d) Ihr Bekannter sagt, er habe sich schon den benötigten  $24\text{-}\Omega$ -Widerstand im Internet gekauft und zeigt Ihnen den Widerstand.

*Figur 7*



Abbildung in Originalgröße!

Nun müsse er das Ganze nur noch zusammensetzen.

d1) Berechnen Sie die Leistung, die in *Figur 6* im  $24\text{-}\Omega$ -Widerstand produziert wird (nur numerisch). Tipp: greifen Sie auf die Berechnungen in Aufgabe c) zurück.

1 P.

d2) Vergleichen Sie diese Leistung mit der des Heizstabs im Heizgerät (berechnen Sie das Verhältnis der beiden Leistungen).

1 P.

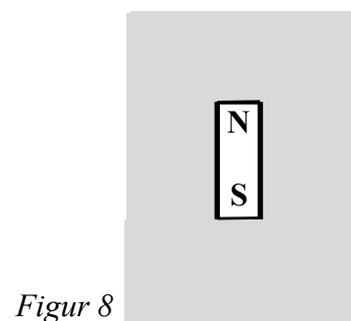
d3) Diese Leistung wird im Widerstand von *Figur 7* produziert! Welchen Ratschlag (mit Begründung) geben Sie Ihrem Bekannten in Bezug auf seine Idee, auf diese Weise die Heizleistung seines Geräts zu verkleinern?

1 P.

### Aufgabe 6 (9 Punkte)

a) Auf einem grauen Stück Papier liegt ein **Metallstab**, ein Ende ist mit N, das andere mit S angeschrieben (*Figur 8*). Dieser Stab erzeugt ein Feld.

a1) Um welche Art Feld handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort.



*Figur 8*

1 P.

a2) Skizzieren Sie in *Figur 8* das erzeugte Feld (beachten Sie dessen Richtung).

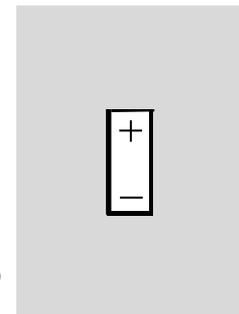
1 P.

a3) Das Feld ist nicht sichtbar, es lässt sich aber nachweisen. Beschreiben Sie ein mögliches Vorgehen.

1.5 P.

b) Auf einem andern Stück Papier liegt ein **Kunststoffstab**, ein Ende ist mit +, das andere mit – angeschrieben (*Figur 9*). Auch dieser Stab erzeugt ein Feld.

b1) Um welche Art Feld handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort.



*Figur 9*

1 P.

b2) Was bedeuten die Zeichen + und – in *Figur 9* aus atomarer Sicht?

b21) Bedeutung des + Zeichens:

b22) Bedeutung des – Zeichens:

1 P.

b3) Der in *Figur 9* gezeigte Stab besteht aus Kunststoff. Könnte man denselben Versuch auch mit einem Metallstab ausführen? Begründen Sie Ihre Antwort.

1 P.

b4) Skizzieren Sie in *Figur 9* das erzeugte Feld (beachten Sie dessen Richtung).

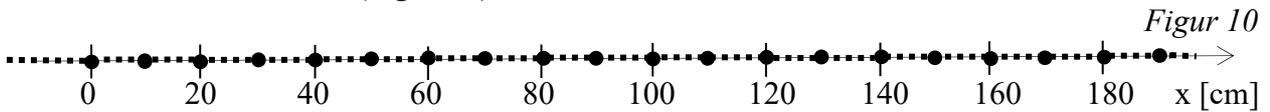
1 P.

b5) Das Feld ist nicht sichtbar, es lässt sich aber nachweisen. Beschreiben Sie ein mögliches Vorgehen.

1.5 P.

**Aufgabe 7** (6 Punkte)

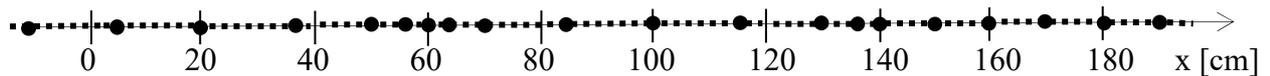
Kugeln ● mit einem gegenseitigen Abstand von 10 cm sind mit einem gespannten elastischen Band ..... verbunden (*Figur 10*).



*Figur 10*

Vom Ursprung 0 breitet sich eine **Welle** längs der x-Achse aus.

*Figur 11* zeigt die Welle 4.0 Sekunden nach dem Start.



*Figur 11*

Beziehen Sie sich für die Beantwortung der folgenden Fragen auf *Figur 11*.

a) Um welche Art Welle handelt es sich? Begründen Sie Ihre Antwort.

1 P.

b) Wie gross ist die Geschwindigkeit der Welle?

1 P.

c) Wie gross ist die Wellenlänge?

1.5 P.

d) Wie gross ist die Schwingungsdauer?

1 P.

e) Wie gross ist die Amplitude der Welle? Beschreiben und begründen Sie, wie Sie Ihre Antwort gefunden haben.

1.5 P.

**Zusatzseite**

Zusätzliche Notizen werden nur bewertet, wenn sie klar einer Aufgabe zugeordnet werden können – geben Sie deshalb unbedingt die Aufgabennummer und den Aufgabenteil an und machen Sie auf dem betreffenden Aufgabenblatt einen entsprechenden verbalen Hinweis.